

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(12) **PUBLISHED INTERNATIONAL APPLICATION ACCORDING TO THE AGREEMENT ABOUT
INTERNATIONAL COOPERATION IN THE SECTOR OF PATENT SYSTEM (PCT)**

(19) **Worldwide Intellectual Property Organization
International Office**

(43) **Date of international publication**
February 15, 2001 (15.02.2001)

PCT

(10) **International publication number**
WO 01/11330 A2

(51) **International Patent Classification?:** G01M

(72) **Inventor ; and**
(75) **Inventor/Applicant (for US only):** MEINS, Jon
[DE/DE] Buchweg 18, D-63303 Dreieich (GE)

(21) **International Reference File Number:** PCT/EP00/06642

(22) **International Filing Date:**
July 12, 2000 (12.07.2000)

(74) **General Representative :** CONTINENTAL TEVES AG
&CO.OHG; Guerickstr. 7, D- 60488 Frankfurt/Main
(GE).

(25) **Submission language:** German

(81) **Contracting States (national) :** JP, US.

(26) **Publication language:** German

(84) **Contracting States (regional):** European Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR,IE, IT, LU, MC,
NL,PT, SE).

(30) **Priority:**
199 37 078.8 August 6, 1999 (06.08.1999) GE

(71) **Applicant (for all Contracting States except US):**
CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG
[DE/DE]; Guerickstr. 7, D-60488 Frankfurt/Main -

Published:
*Without international search report, and to be published again
upon receipt of report.*

[continued on next page]

(54) **Title : MEASURING DEVICE AND SENSOR FOR CONTACTLESSLY MEASURING TIRE FORCES**

[continued on next page]

For explanation on the two-letter codes and on the other abbreviations, refer to the explanatory notes ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") at the beginning of each standard issue of the PCT-Gazette.

(57) **Abstract:** The invention relates to a sensor (9) and to a measuring device (9,18) with a sensor (9) of this type for contactlessly detecting the change in position of a measuring point (11) on or in a tire (1) resulting from a force (7) acting on the tire (3) of a wheel, especially during driving. Said sensor (9) is fixed in a stationary position in relation to the rim (2) of the wheel. The aim of the invention is to provide a simple means of measuring the transverse and longitudinal forces that act on the tire (3), during driving. To this end, the sensor (9) detects the change in position of the measuring point (11) in a longitudinal and/or transversal direction (y, x) to the running surface of the tire (3).

Measuring device and sensor for contactlessly measuring tire forces

The invention is relevant to a sensor, as well as to a measuring device making use of the former, intended for contactlessly measuring tire forces, exerted on the tire of the wheel, especially during driving.

Due to the ever increasing traffic and to the more powerful motorization of vehicles, the possibility of controlled action on the braking and motor system on the ground of the measured vehicle dynamic data is achieving increasing importance, since in this way it is possible compensating - within given limits - driving errors of the vehicle driver. In control processes of this type, a special role is played by the forces acting on the vehicle, and hence especially by the forces acting on the tires. While it is in itself possible - on the ground of the rotating behaviour of the wheels of a vehicle - to achieve feedback about dynamic driving data of a vehicle, the newest developments tend instead to measure the forces acting on the vehicle tires to achieve an even more suitable input quantity for vehicle control systems.

So it is for instance known from the patent specification DE-PS 39 37, to measure by means of sensors inserted in the tires the forces acting on tires in all three coordinates. The known gauge is expensive and subject to failure. The known solution also has the drawback that tire installation proves troublesome, since the sensor signal is carried from tire to an amplifier at the wheel rim, and then it must be carried from the amplifier to a transmitter arranged at the rim, from where it is contactlessly transmitted to the vehicle chassis.

The above mentioned literature does not state anything about the type of transmission between sensors and amplifier within the tire. If that transmission is performed via lines inside the tire, troubles arise upon tire installation, since during installation care must be taken not to damage the connection lines between sensor and amplifier inside the tire.

On the other hand, it is known from DE-OS 19744611 a contactless procedure for measuring the distance between a measuring point placed at the internal surface of a tire and a sensor placed at the rim, aimed at closing air pressure in tires.

The invention is therefore based on a sensor according to the preamble of Claim 1. The invention is aimed at providing a simple way to measure transverse and longitudinal forces acting on tire when driving, whereby the earlier mentioned preliminary service elements, relevant to the sensors inserted in tires and the troubles in tire installation, are no longer needed.

The solution provided by the invention is achieved thanks to the combined characteristics resulting from the distinguishing section of Claim 1. So, the invention basically consists in measuring by means of a sensor placed at the wheel rim the change in position of at least one measuring point on the tire in the longitudinal, and especially also in the transverse direction to the running surface of the tire, this permitting to determine the corresponding forces acting on the tire.

This affords a series of benefits.

As a matter of fact, it is now possible contactlessly measuring forces in the footprint area. Since the sensor (or sensors) is not inlaid into the tires, when replacing the tires the sensor is not lost. The contactless detection of the change in position of the measuring point affords a much easier installation of tires, since connection cables between tire and rim are no longer required. The sensor is also largely protected from damage due to the particularly strong tire deformation (driving on kerbstone edges, puncture). The elimination of sensors in the running surface of the tires also positively affects their driving behaviour and load carrying capacity.

In order to fit the sensor in such way as to particularly protect it, in the further enhancement of the invention the combined features according to Claim 2 are recommended. Direct fixing of sensor at the wheel rim provides a particularly stable reference point. In this connection it is not required that sensor is directly in contact with the rim base. It can also be mounted onto a support not fixed to the rim, that radially protrudes outside, and therefore is at a limited distance from the internal surface of the tire. This affords- under given conditions - to perform more accurate measurements, since the maximum angular displacement provided for the sensor turns out to be considerably larger. The response of the system can also be increased by reduction of the distance between sensor and measuring point, since the contactless transmission distance for the used emission or the electromagnetic field used is considerably reduced.

The characteristics according to Claim 3 further broaden the universal applicability of the sensor according to the invention. According to that assumption, measurement is performed not only in the longitudinal (circumferential direction) and transverse direction of the running surface of the tire, but also (substantially) radially thereto. The deflection of the running surface of the tire that can be so detected in the tire footprint also permits to determine important vehicle dynamic parameters, such as for instance tire pressure, load borne by the vehicle, thickness of the running surface as well as similar parameters.

The measuring point in itself can be located at any point whatsoever of the tire, provided that it is assured that changes in position of the measuring point can be detected by the sensor in the desired directions. So, for instance, to measure the circumferential direction, the measuring point can also be located at the side wall of the tire. Also, it must not be located at the surface of the internal tire surface, but instead it can also be inserted in the tire, provided that the measurement by the sensor is ensured, of the change in position only.

At any rate, the further enhancement of the invention affords a particularly simple measurement, thanks to the exploitation of the features according to Claim 4. If the measuring point is located at the internal surface of the tire, it can also be particularly simply fitted out as a passive transmitter, that based on an emission originated by the sensor, reflects this emission in an adequate way to the sensor. If transverse forces are measured, the measuring point should be located under the running surface of the tire, since this is the place where the larger displacements of the measuring point in the transversal direction takes place. The indications of the measuring point position become especially accurate if it operates according to the modality outlined under Claim 5. According to this, the measuring point is measured at the same rotation angle position of the wheel, so that disturbance load variables such as for instance torsion in both directions on the ground of the tire clearance, nodal points of vibration in the tires, unbalance and the like as a result of the development of differentials of the measurement value can be eliminated. The rotation angle position can be determined with sufficient accuracy by means of the so-called maximum generation. To this end, making use for instance of a single measuring point only. the transverse displacement in the z direction and/or the distance change in the z-direction (deflection intervals of time) are measured at fixed intervals, that - being the rotation speed constant- correspond to same rotation angle distances. If the measuring point passes through the footprint area, a comparatively large change in the z- and x-direction can be found, that can be used for determination of the maximum displacement and accordingly of the rotation angle position of the wheel. It is not necessary that only a single measuring point is always detected in its space coordinates for the determination of the acting forces, only during a precise rotation angle position. Rather, the same measuring point (or also several of them) can be measured in sequence by a single or several sensors at different angular positions.

This can be for instance important if the deflection of the footprint can be set into relation with the distance of the measuring point without deflection, or the transverse displacement of the measuring point in the footprint can be related to the normal position of the measuring point outside of the footprint. In these cases it proves hence particularly beneficial the application of the

combined features according to Claim 6 alone, or in addition to measurements in other rotation angular positions. The use of a single measuring point might under high speed (for instance > 50 km/h) provide sufficiently accurate measurement results. However, for the measurement of lower driving speeds and accordingly wheel rotation speeds it is advisable to make use at a wheel rim of several sensors distributed over the circumference of the rim. In this way, with a wheel rotation, several measurements can be performed in the footprint area, that is run through by the measuring points of the single sensors.

Measurement becomes particularly simple by fitting measuring point out as an active, for instance emitting transmitter. This can be for instance realized in the form of an optical- or sound - magnetic or electromagnetic emission or field. A capacitance measurement can also be recommended, provided that it is ensured that, in this way, changes in position in the desired directions can be detected by means of the sensor. It should however be preferable, according to the combined features under Claim 7, to make use of an optical emission source, independently of the fact that the emitter is arranged at the sensor or at the measuring point. If the measuring point is a concentrated optical emission source (beaming or reflecting), the incidence of the focused beam onto a field of optical probes can provide a possibility to detect the move of the measuring point in the longitudinal and/or transverse direction with respect to the tire surface. The sensor at the wheel rim can feature a matrix of emission-sensitive probes that give a different feedback as a function of the measuring point position. However, a measuring point in the form of an active transmitter (piezoelectric component; load cell) can also directly measure the force acting in a given direction, or several forces in different directions and transmit it contactlessly to the sensor in an encoded form. Making use of adequately formed diaphragms - fitted at the sensor - that let a different quantity of emission pass through to the sensor receiver, as a function of the position of the transmitter beam, it is also possible to detect the change in the measuring point position. If it is desired to keep the tire side consumption low with respect to the measuring point, for the further enhancement of the invention, the combined features according to Claim 8 are recommended. This provides for fitting out of the measuring point in a passive form, whereby the emission from the measuring point consists of a (reflected) part of the radiation emitted by the sensor. In this type of arrangement, the reflected optical beam can for instance be modified in its position or intensity as a result of the displacement of the measuring point in the longitudinal- and transverse direction with respect to the running surface of the tire. To this end, the measuring point can be realized in the form of a reflecting surface, whereby as a result of side displacements of this surface the reflected beam changes its intensity or angular position (with respect to the said surface) due to the domed internal surface of the tire. In this way, the change in the point of incidence onto the sensor makes up a parameter for measurement of the displacement of the measuring point in the considered direction. However, the active emission of the sensor can also, similarly to the scanning of a cathode ray tube, systematically scan a pre-selected area of the internal surface of the tire, and - upon incidence with the measuring point - record the instant angular position of the scanning beam and hence determine the position of the measuring point. Another possibility consists in recording the direction of the measuring point displacement, and relating in this way the emission to the displacement of the measuring point.

The change in position of the measuring point only allows to infer the forces acting on the tire indirectly. Whenever a signal must be produced, such as to outline the condition of the wheel or of the vehicle, as regards the vehicle dynamics, and in further detail as regards the changes in displacement and forces that take place, the characteristics according to Claim 9 can be advantageously exploited. To this end, an evaluating device is used, that on the grounds of the signals output by sensor emits the desired signals characterizing the vehicle status. This measuring system - basically consisting of the sensor and of the evaluating device - can be fixed as a whole in a stationary position in relation to the rim, and more precisely to the rim itself, according to the multiple combination mentioned under Claim 9. Nevertheless, the evaluating

device can also be fixed in a stationary position against the wheel axle, for instance at the cross member. In this way, the sensor makes up the only preliminary service element fitted at the rim, and thus whenever the wheel rim is to be changed, the evaluating device must not be replaced. However, the evaluating device can also be mounted in a central position onto the chassis, so that the device can operate with the signals output from several sensors (for instance from the four wheels) either all at the same time or in sequence one after another. The signals output from the sensor are processed differently, according to the required output variable, for instance for the automatic control of the vehicle dynamics, in compliance with the combined features according to Claim 10, in order that at the evaluation device output the required quantities are available.

As regards the transmission of the signals output from the sensor or from the evaluating device, difficulties may result to a certain extent when it comes to bringing these signals out of the inside of the tire through the rim, but also to fix the sensor or the evaluating device at the wheel rim. To this end, it is recommended, as a further enhancement of this invention, to exploit the combined features according to Claim 11. Since at any rate the valve calls for a hole in the rim, and at the same time it makes up a connection between the area surrounding the wheel and the inside of the wheel itself, it proves beneficial to connect the sensor and/ or the evaluating device with the valve, or otherwise - at least - to arrange the above mentioned units near the valve. In this way the output signals can be easily lead through the valve in the area surrounding the wheel. Another great advantage consists in the fact that so it is definitely clear at which point in the area of the rim the sensor or the evaluating device is located. In this way it is far simpler to mount the tire in the adequate angular position onto the rim. The angular- correct mounting of the tire against the rim and accordingly also the positioning of the measuring point with respect to the sensor can be further improved by making provision for marks onto the tire, purposely made in order to define which is the correct mounting position with respect to the wheel rim, whereby the valve hole at the rim may also serve as associating mark on the rim. The correct mounting position of the tire can also be ensured by special recesses or lugs respectively mating one to another the rim and the tire, so that the tire can be mounted onto the rim only in its correct position with respect to the latter.

The invention is especially suitable for tubeless tires. However, it can be used for tubeless tires as well, for which, instead of the internal wall of the tire, the internal wall of the tube applies.

An example of implementation of the invention is explained herebelow on the grounds of the drawing. The latter shows:

Fig.1 Cross-section of a wheel of a vehicle in which a tire is mounted onto a wheel rim

And

Fig.2 An element of the tire contact area, in which the directions of the forces acting on the tire are plotted.

Fig.1 shows a cross-section of a wheel 1 of a motor vehicle, in which a tubeless tire 3 is mounted onto a wheel rim 2. The tire is inflated via a valve 4, plugged by means of a valve cap 5. The valve should be preferably located close to sensor 9, but for clarity purposes it is shown in drawing opposite to its preferred position (displaced by 180°). Between the rim flanges 6,7 a sensor 9 is fitted from the inside onto the rim, in the rim base 8, preferably close to the valve or united to the latter into one piece only. Opposite to the sensor, a measuring point 11 is fitted at the internal surface 10 of tire 3. The wheel 1 rotates on an axis 12, whereby for instance the measuring point 11 displaces from the position shown at bottom of Fig.12 to the position 11 shown with dashed lines in the upper half of Fig.1. Obviously, as the wheel rim rotates, sensor, tire and valve also turn along, so that after 180° rotation of the wheel, as shown in the lower half of Fig.1, the sensor as

well is displaced to its position 9' shown in dotted line. It is known that, on the grounds of the contact force acting in the z direction (see Fig.2) the tire bulges in the footprint area to the extent z as shown in the bottom section of Fig.1. The extent of deflection depends on the pressure inside the tire, on the tire type as well as on the load to which tire is subjected. When the measuring point 11 moves from the position shown in the bottom section of Fig.1 the tire bulges out again taking the position shown in the upper section of Fig.1. So, if the distance between sensor 9 and the measuring point 11 in the position shown in bottom section of Fig.1 and in the upper section of Fig.1 is considered, hence at the distance of a half rotation of the wheel, it is then possible, on the grounds of the deflection represented by the difference in displacement, to draw conclusions about the pressure inside the wheel, about the load and other parameters.

However, during the wheel rotation the measuring point does not displace in the z-direction only, but in case of side forces taking place, it can displace in the x-direction as well, as it can be seen by comparing the bottom- and upper sections of Fig.1.

If for instance a force F acts sidewise (for instance via the wheel axis 12) onto the wheel rim 2, the tire, as shown in the bottom section of Fig.1, deflects in the x-direction to the extent x with respect to the position of sensors 9, assuming that the footprint 13 by large firmly adheres onto surface 14 of the carriageway. This displacement equal to the extent x can be determined by means of the sensor and makes up a parameter of the force acting sidewise on the tire. Moreover, due to the peripheral force acting on the tire when driving, the measuring point can be displaced vertically in the y-direction with respect to the observer (see Fig.2), whereby this displacement is shown in Fig.1, bottom section, in the form of an arrowhead pointed to the observer. This displacement as well can be realized by comparison with a normal position of the measuring point 11, whereby in this normal position no traction force takes place in the y-direction. However, during the displacement in the x-direction, essentially when the contact of tire 3 on the road surface 14 takes place (this also applies for the maximum bulging-in in the z-direction), due to the high resistance of the running surface the displacement in the y-direction (torsion versus the axis 12) is largely the same throughout the entire circumference of the wheel, so that here it is not absolutely necessary to measure the displacement y at the moment shown in bottom section of Fig.1.

Now, for the invention it is particularly important that the measurement of the change in position of measuring point 11 started from sensor 9 takes place contactlessly, i.e. without any mechanical connection between sensor 9 and the measuring point 11. To achieve this, sensor 9 can be realized with an optical transmitter, the emission of which is then reflected by measuring point 11. The variation of the emission reflected by measuring point 11 is determined by means of suitable detectors at sensor 9, and it makes up a parameter of the displacement of measurements point 11 in the x, y and z direction, whereby on the grounds of this recorded displacement can be related again to the forces acting onto the running surface of the tire. However, measuring point 11 can also be outfitted with an optical transmitter, that emits starting from the sensor, whereby the sensor can determine the change in position of the measuring point on the grounds of the modified status of the emission detected by the sensor. To this end the sensor can be for instance equipped with suitable optical emission-sensitive cells, arranged in the form of matrix, so that on the grounds of the move of the emission onto the optical emission-sensitive matrix, information can be achieved about the change in position of the measuring point 11, at least in the x- and y-directions. Another possibility may consist in the fact that an emission released by sensor 9 scans the internal surface 10 of the tire and on the grounds of a special (for instance, reflecting) marking of the measuring point 11 detects the position of the measuring point, on the ground of a receiving reflected emission, and so determines the displacement of the measuring point.

Fig.1 also shows an evaluating device 18 that evaluates the displacement values detected by the sensor, and from that calculated the searched parameter, that can for instance concern the forces acting onto the tire, the pressure within tire, its rotation speed, but also the speed of the measuring point or its acceleration. However it is also possible to arrange the evaluating device 18 near

sensor 9, as well as between the rim flanges 6,7 onto the rim inside the tire. The signals output by the sensor or by the evaluating device can subsequently be coupled in a in itself know way contactlessly way in a receiver at the vehicle chassis, that is for instance connected with a controller. The latter, on the grounds of the signals output by the evaluating device, affects the forces acting on the tire by acting on the motor - or braking system. The sensor can also be united with valve 9 (not shown in Fig.1) making up a single piece with the latter, so that the position of the sensor onto the rim can be determined. To this end, the valve can also be provided with a pressure gauge unit, independent from sensor 9, provided that the values output by sensor (z-displacement of the measuring point 11) are not directly evaluated for the determination of pressure.

Patent Claims

1. Sensor (9) for contactlessly detecting the change in position of a measuring point (11) on , or in a tire (1) resulting from a force (7) acting on the tire (3) of a wheel, especially during driving, whereby the sensor (9) is fixed in a stationary position in relation to the rim (2) of the wheel , **characterized in that** the sensor detects the change in position of the measuring point (11) in the longitudinal - and/ or transverse direction (y,x) to the running surface of the tire.
2. Sensor according to Claim 1, **characterized in that** the sensor (9) is arranged between the rim flanges (6,7) , preferably in the rim base.
3. Sensor according to Claims 1 or 2, **characterized in that** the sensor (9), preferably during driving, also detects the distance (12) of the measuring point (11) from the sensor (9), or the change in position (z) pf the measuring point in the radial direction.
4. Sensor according to one of the previously mentioned Claims, **characterised in that** the measuring point (11) is placed at the internal surface 10 facing the wheel rim of tire (3), especially in the running surface (16) area of the latter.
5. Sensor according to one of the previously mentioned Claims , **characterised in that** the sensor (9) detects the change in position (x,y,z) of one or several measuring points (11) in the tire (3) either all at the same time or in sequence one after another, whereby in its detection of the change in positions of a given measuring point, cyclically repeating, the wheel always takes the same rotation angle position.
6. Sensor according to one of the previously mentioned Claims , **characterised in that** the change in position (x,y,z) is detected by the sensor (9) while the measuring point passes through the footprint area (13).
7. Sensor according to one of the previously mentioned Claims , **characterised in that** the measuring point (11) has an emission source that preferably emits optical beams, the change in state of which is detected, during driving, by the sensor (9).
8. Sensor according to one of the previously mentioned Claims , **characterised in that** the sensor (9) has an emission source and that the measuring point (11) has a marking that can be distinguished from the environment by means of the emission of the sensor (9).
9. Measuring system with a sensor (9) according to one of the previously mentioned Claims, **characterised in that** the measuring device (9,18) has an evaluating device (18) that is fixed in a stationary position with respect to the rim (2) and preferably inside the tire (3) or in a stationary position opposite to the wheel axis (12) or to the vehicle chassis, and that the evaluating device (18) receives the signals output by the sensor (9), processing them into signals output by the evaluating device, that the -----
condition of the wheel and/or of the vehicle, especially as regards -----
10. Measuring device with a sensor (9) according to Claim 9, **characterised in that** the signals output by the evaluating device (18) define the longitudinal - and/or transverse forces (y,x) and/or radial forces acting on the tire (3) and/or the rotation speed of the wheel and/or the pressure within the tire and/or the displacement pf the measuring point (11) in one or several directions and/or the single or multiple temporal derivation of this displacement.

11. Sensor or measuring device according to one of the previously mentioned Claims, **characterised in that** the sensor (9) and/or the evaluating device (18) is placed in the area of the valve hole at the rim, especially in hat it is connected with the tire valve (6).

Fig.1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Februar 2001 (15.02.2001)

PCT

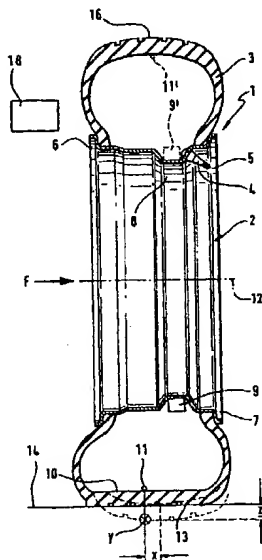
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/11330 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01M (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEINS, Jon [DE/DE];
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/06642 Buchweg 18, D-63303 Dreieich (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Juli 2000 (12.07.2000) (74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG
& CO. OHG; Guerickestr. 7, D-60488 Frankfurt am Main
(DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
(30) Angaben zur Priorität: 199 37 078.8 6. August 1999 (06.08.1999) DE NL, PT, SE).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG
[DE/DE]; Guerickestr. 7, D-60488 Frankfurt am Main
(DE).
Veröffentlicht:
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MEASURING DEVICE AND SENSOR FOR CONTACTLESSLY MEASURING TIRE FORCES

(54) Bezeichnung: MESSEINRICHTUNG UND SENSOR ZUR BERÜHRUNGSLOSEN MESSUNG VON REIFENKRÄFTEN



(57) Abstract: The invention relates to a sensor (9) and to a measuring device (9, 18) with a sensor (9) of this type for contactlessly detecting the change in position of a measuring point (11) on or in a tire (1) resulting from a force (7) acting on the tire (3) of a wheel, especially during driving. Said sensor (9) is fixed in a stationary position in relation to the rim (2) of the wheel. The aim of the invention is to provide a simple means of measuring the transverse and longitudinal forces that act on the tire (3), during driving. To this end, the sensor (9) detects the change in position of the measuring point (11) in a longitudinal and/or transversal direction (y, x) to the running surface of the tire (3).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/11330 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Sensor (9) sowie eine Messeinrichtung (9, 18) mit einem derartigen Sensor (9) zur berührungslosen Erfassung der Ortsverschiebung eines Messpunktes (11) an oder in einem Reifen (1) auf Grund einer auf dem Reifen (3) eines Rades, insbesondere während des Fahrbetriebes, wirkenden Kraft (7), wobei der Sensor (9) ortsfest zur Felge (2) des Rades fixiert ist. Um während des Fahrbetriebes in einfacher Weise auf den Reifen (3) wirkende Querkräfte und Längskräfte zu messen, erfasst der Sensor (9) die Ortsverschiebung des Messpunktes (11) in Längs- und/oder Querrichtung (y, x) zur Lauffläche des Reifens (3).

Meßeinrichtung und Sensor zur berührungslosen Messung von Reifenkräften

Die Erfindung betrifft einen Sensor sowie eine diesen verwendende Meßeinrichtung zur berührungslosen Messung von Kräften, die insbesondere während des Fahrbetriebs auf den Reifen des Rades ausgeübt werden. Wegen des immer dichter werdenden Verkehrs und der stärkeren Motorisierung von Fahrzeugen haben geregelte Eingriffe in das Bremsen - und Motorsystem aufgrund gemessener fahrdynamischer Daten eine wachsende Bedeutung erlangt, da sich auf diese Weise in gewissen Grenzen Fehler im Fahrverhalten des Fahrzeuglenkers ausgleichen lassen. Für derartige Regelvorgänge spielen die auf das Fahrzeug und damit insbesondere die Reifen wirkenden Kräfte eine besondere Rolle. Während es an sich möglich ist, aufgrund des Drehverhaltens der Räder eines Fahrzeugs Rückschlüsse auf die fahrdynamischen Daten eines Fahrzeugs zu gewinnen, gehen neuere Entwicklungen dahin, die auf die Fahrzeugreifen wirkenden Kräfte zu messen, um eine für KFZ - Regelsysteme noch besser geeignete Eingangsgröße zu erhalten.

So ist es beispielsweise aus der DE-PS 39 37 966 bekannt, durch in den Reifen eingelagerte Sensoren, die auf den Reifen wirkenden Kräfte in allen drei Koordinaten zu messen. Die bekannte Lehre ist aufwendig und stör anfällig. Nachteilig bei der bekannten Lösung ist weiterhin, daß die Montage des Reifens Schwierigkeiten bereitet, da die Sensorsignale vom Reifen zu einem Verstärker an der Felge transportiert und dann vom Verstärker an einen an der Felge angeordneten Sender gebracht werden müssen, von wo sie dann berührungslos zum Fahrzeugchassis übertragen werden. Die

- 2 -

genannte Literaturstelle macht zur Art der Übertragung zwischen den Sensoren und dem Verstärker innerhalb des Reifens keine Aussage. Erfolgt eine derartige Übertragung im Inneren des Reifens mittels Leitungen, so ergeben sich bei der Reifenmontage Schwierigkeiten, da die Verbindungsleitungen zwischen den Sensor und dem Verstärker innerhalb des Reifens während der Montage nicht beschädigt werden dürfen.

Andererseits ist es aus der DE-OS 19744611 bekannt, den Abstand eines Meßpunktes an der Innenfläche eines Reifens von einem an der Felge angeordneten Sensor durch ein berührungslos arbeitendes Verfahren zu messen, um auf den Luftdruck im Reifen zu schließen.

Die Erfindung geht daher aus von einem Sensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und hat sich zur Aufgabe gestellt, in einfacher Weise Querkräfte und Längskräfte am Reifen während des Fahrbetriebes zu messen, wobei die eingangs erwähnten Vorleistungen hinsichtlich in Reifen eingefügter Sensoren sowie die Schwierigkeiten bei der Montage des Reifens vermieden werden sollen.

Die Erfindung wird durch die sich aus dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 ergebende Merkmalskombination gelöst. Die Erfindung besteht im Prinzip also darin, mittels eines an der Felge angeordneten Sensors die Ortsverschiebungen von mindestens einem Meßpunkt am Reifen in Längsrichtung und insbesondere auch in Querrichtung zur Lauffläche des Reifens zu messen, woraus die Kräfte bestimmt werden können.

- 3 -

Hierdurch ergeben sich eine ganze Reihe von Vorteilen. Prinzipiell ist es nunmehr möglich Kräfte im Bereich der Aufstandsfläche berührungslos zu messen. Da der Sensor (bzw. die Sensoren) nicht in den Reifen eingebettet ist, ist der Sensor beim Austausch des Reifens nicht verloren. Durch die berührungslose Erfassung der Ortsverschiebung des Meßpunktes ergibt sich eine sehr viel leichtere Reifenmontage, da Verbindungskabel zwischen Reifen und Felge vermieden werden. Auch vor Beschädigungen aufgrund besonders starker Reifenverformungen (Fahren über Bordsteinkante, Reifenpanne) ist der Sensor weitgehend geschützt. Auch dürften die Vermeidung von Sensoren in der Lauffläche des Reifens sich positiv auf das Fahrverhalten des Reifens und dessen Belastungsfähigkeit auswirken.

Um den Sensor besonders geschützt anzubringen, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 2. Die unmittelbare Befestigung des Sensors an der Felge schafft einen besonders stabilen Bezugspunkt. Es ist dabei nicht notwendig, daß der Sensor unmittelbar mit dem Felgenbett in Kontakt ist. Er kann auch auf einen an der Felge befestigten Fuß aufgesetzt sein, der radial nach außen ragt und somit einen geringeren Abstand zur Innenfläche des Reifens hat. Hierdurch können unter bestimmten Umständen genauere Messungen durchgeführt werden, da sich der vom Sensor aus gesehene maximale Verschiebungswinkel erheblich vergrößert. Auch kann durch die Verringerung des Abstands zwischen Sensor und Meßpunkt die Empfindlichkeit des Systems vergrößert werden, da sich die berührungslose Übertragungsstrecke für die verwendete Strahlung oder die eingesetzten elektromagnetischen Felder stark verkürzt.

- 4 -

Die universelle Verwendbarkeit des erfindungsgemäßen Sensors läßt sich noch durch die Merkmale nach Anspruch 3 erhöhen. Hierbei wird nicht nur in Längsrichtung (Umfangsrichtung) und Querrichtung der Lauffläche des Reifens, sondern auch (im wesentlichen) radial hierzu gemessen. Durch die auf diese Weise feststellbare Einfederung der Lauffläche des Reifens im Aufstandsbereich lassen sich wichtige fahrzeugdynamische Parameter wie beispielsweise Reifendruck, Belastung des Fahrzeugs, Stärke der Lauffläche und ähnliches zusätzlich bestimmen.

An sich kann der Meßpunkt an einer beliebigen Stelle des Reifens angeordnet sein, soweit nur sichergestellt ist, daß von dem Sensor Ortsverschiebungen des Meßpunktes in den gewünschten Richtungen erfaßt werden können. So kann beispielsweise zur Messung der Umfangsrichtung der Meßpunkt auch an der Seitenwand des Reifens angeordnet werden. Er muß sich auch nicht auf der Oberfläche von der Innenfläche des Reifens befinden, sondern kann auch in den Reifen eingelassen sein, soweit nur die Messung der Ortsverschiebung durch den Sensor sichergestellt ist.

Eine besonders einfache Messung wird in Weiterbildung der Erfindung allerdings durch die Anwendung der Merkmale nach Anspruch 4 erreicht. Setzt man den Meßpunkt auf die Innenfläche des Reifens, so kann er auch zu dem besonders einfach als passiver Geber ausgestaltet werden, der aufgrund einer von dem Sensor abgegebenen Strahlung diese Strahlung in geeigneter Weise zum Sensor reflektiert. Will man Querkräfte messen, so sollte der Meßpunkt sich unterhalb der Lauffläche des Reifens befinden, da hier die größten Bewegungen des Meßpunktes in Querrichtung auftreten.

- 5 -

Besonders genau werden die von dem Sensor erfaßten Ortsangaben des Meßpunktes, wenn er nach der in Anspruch 5 aufgeführten Weise arbeitet. Hierdurch wird der Meßpunkt in der gleichen Drehwinkellage des Rades gemessen, so daß Störgrößen wie beispielsweise Torsion in beiden Richtungen aufgrund des Reifenaufstandes, Schwingungsknoten im Reifen, Unwuchten und ähnliches durch Differenzbildung der Meßwerte eliminiert werden. Die Drehwinkellage läßt sich mit Hilfe der sogenannten Maximumbildung hinreichend genau bestimmen. Dabei wird bei der Verwendung z.B. nur eines einzigen Meßpunktes die Querverschiebung in x-Richtung und/oder die Abstandsänderung in z-Richtung (Einfederung) in gleichbleibenden Zeitabständen gemessen, die bei gleichbleibender Drehgeschwindigkeit gleichen Drehwinklabständen entsprechen. Durchläuft der Meßpunkt den Bereich der Aufstandsfläche so wird eine vergleichsweise große Änderung in z- und x-Richtung feststellbar sein, die zur Bestimmung des Maximums der Verschiebungen und damit der Drehwinkellage des Rades genutzt werden kann. Es ist nicht notwendig, daß nur ein einziger Meßpunkt immer nur während einer ganz bestimmten Drehwinkellage in seinen Ortskoordinaten zu Bestimmung der wirkenden Kräfte erfaßt wird. Vielmehr kann der gleiche Meßpunkt (oder auch mehrere) nacheinander von einem einzigen oder mehreren Sensoren in unterschiedlichen Winkellagen vermessen werden. Dies kann beispielsweise wichtig sein, wenn man die Einfederung der Aufstandsfläche in Bezug setzen möchte zu dem Abstand des Meßpunktes ohne Einfederung oder die Querverschiebung des Meßpunktes in der Aufstandsfläche in Bezug setzen möchte zu der Normallage des Meßpunktes außerhalb der Aufstandsfläche. In diesen Fällen ist daher die Anwendung der Merkmalskombination nach Anspruch 6

- 6 -

ausschließlich oder zusätzlich zu Messungen in anderen Drehwinkellagen besonders vorteilhaft. Die Verwendung nur eines einzigen Meßpunktes dürfte bei hohen Geschwindigkeiten (z.B. >50 km/Std) zu ausreichend genauen Meßergebnissen führen. Zur Messung bei niedrigeren Fahrgeschwindigkeiten und damit Drehgeschwindigkeiten des Rades wird es sich aber empfehlen, mehrere Sensoren an einer Felge einzusetzen, welche über den Umfang der Felge verteilt sind. Auf diese Weise können bei einer Radumdrehung mehrere Messungen im Bereich der Aufstandsfläche durchgeführt werden, der von den Meßpunkten der einzelnen Sensoren durchlaufen wird.

Die Messung wird besonders einfach durch die Ausgestaltung des Meßpunktes als aktiver, z.B. strahlender Geber. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine optische oder akustische magnetischer oder elektromagnetische Strahlung bzw. Felder handeln. Auch eine kapazitive Messung kann sich empfehlen, soweit nur sichergestellt ist, daß auf diese Weise Ortsveränderungen in den gewünschten Richtungen über den Sensor erfaßt werden können. Zu bevorzugen ist allerdings gemäß der Merkmalskombination nach Anspruch 7 eine optische Strahlungsquelle unabhängig davon, ob der Strahler nun am Sensor oder im Meßpunkt angeordnet ist. Handelt es sich bei dem Meßpunkt um eine gebündelte optische Strahlungsquelle (strahlend oder reflektierend), so kann der Einfall der gebündelten Strahlung auf ein zu dem Sensor gehörendes Feld von optischen Sonden eine Möglichkeit sein, das Wandern des Meßpunktes in Längs- und/oder Querrichtung zur Reifenfläche zu erfassen. Der Sensor auf der Felge kann dabei eine Matrix aus strahlungsempfindlichen Sonden besitzen, die in Abhängigkeit von der Lage des Meßpunktes unterschiedlich

- 7 -

angesprochen werden. Ein Meßpunkt in Form eines aktiven Gebers (Piezoelement; Kraftmeßdose) kann aber auch die Kraft in einer bestimmten Richtung oder mehrere Kräfte in unterschiedlichen Richtungen direkt messen und in verschlüsselter Form an den Sensor berührungslos übertragen. Durch geeignet geformte Blenden am Sensor, die in Abhängigkeit von der Lage des Geberstrahls eine unterschiedliche Strahlungsmenge zu dem Empfänger des Sensors durchlassen, kann ebenfalls die Änderung der Lage des Meßpunkts erfaßt werden.

Will man den reifenseitigen Aufwand hinsichtlich des Meßpunktes gering halten, so empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 8. Hierbei ist der Meßpunkt passiv ausgestaltet und die von dem Meßpunkt kommende Strahlung stellt einen (reflektierten) Anteil der von dem Sensor ausgestrahlten Strahlung dar. Bei einem derartigen Aufbau kann beispielsweise der reflektierte optischer Strahl durch die Verschiebung des Meßpunktes in Längs- und Querrichtung zur Lauffläche in seiner Lage oder Intensität geändert werden. Hierzu kann der Meßpunkt als spiegelnde Fläche ausgestaltet sein, wobei durch seitliche Verschiebungen dieser Fläche der reflektierte Strahl seine Intensität oder seine Winkelstellung (gegenüber dieser Fläche) wegen der gewölbten Reifeninnenfläche ändert, so daß die Änderung des Auftreffpunktes auf den Sensor ein Maß für die Verschiebung des Meßpunktes in den betrachteten Richtungen ist. Der aktive Strahl des Sensors kann aber auch vergleichbar mit der Abtastung einer Bildröhre einen vorgegebenen Bereich auf der Innenseite des Reifens systematisch abtasten und bei Auftreffen auf den Meßpunkt die augenblickliche Winkelstellung des Abtaststrahls festhalten und so die Lage

- 8 -

des Meßpunktes bestimmen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Bewegungsrichtung des Meßpunktes zu speichern und den Strahl auf diese Weise der Bewegung des Meßpunktes nachzuführen.

Die Ortsverschiebung des Meßpunktes läßt nur indirekt auf die auf den Reifen einwirkenden Kräfte schließen. Will man ein Signal erzeugen, welches den Zustand des Rades oder des Fahrzeugs hinsichtlich der Fahrzeugdynamik, also insbesondere hinsichtlich der auftretenden Bewegungsänderungen und Kräfte beschreibt, so kann man in vorteilhafter Weise von den Merkmalen nach Anspruch 9 Gebrauch machen. Hierbei wird eine Auswerteeinrichtung eingesetzt, welche aufgrund der Ausgangssignale des Sensors die gewünschten den Fahrzeugzustand kennzeichnenden Signale erzeugt. Diese hauptsächlich durch den Sensor und die Auswerteeinrichtung gebildete Meßeinrichtung kann entsprechend der in Anspruch 9 aufgeführten Merkmalskombination insgesamt ortsfest zur Felge, also insbesondere an der Felge selbst befestigt sein. Die Auswerteeinrichtung kann aber auch ortsfest gegenüber der Radachse, beispielsweise am Querträger, befestigt sein. Auf diese Weise stellt der Sensor die einzige Vorleistung an der Felge dar, so daß die Auswerteeinrichtung beim Felgenwechsel nicht ersetzt werden muß. Die Auswerteeinrichtung kann aber auch zentral auf dem Chassis montiert sein, so daß sie die Ausgangssignale mehrerer Sensoren (beispielsweise an den vier Rädern) gleichzeitig oder zyklisch nacheinander bedienen kann. Die Ausgangssignale des Sensors werden je nach den benötigten Ausgangsgrößen, z.B. für die Regelung der Fahrzeugdynamik, entsprechend der Merkmalskombination nach Anspruch 10

- 9 -

unterschiedlich verarbeitet, so daß die gewünschten Größen am Ausgang der Auswerteeinrichtung zur Verfügung stehen.

Eine gewisse Schwierigkeit bei der Übertragung der Ausgangssignale des Sensors oder der Auswerteeinrichtung stellt ggf. das Herausführen dieser Signale aus dem Reifeninneren durch die Felge, aber auch die Befestigung des Sensors bzw. der Auswerteeinrichtung an der Felge dar. Hierzu empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Anwendung der Merkmalskombination nach Anspruch 11. Da das Ventil ohnedies eine Felgenöffnung benötigt und gleichzeitig eine Verbindung zwischen der Radumgebung zum Radinneren hin schafft, ist es vorteilhaft, den Sensor und/oder die Auswerteeinrichtung mit dem Ventil zu verbinden oder doch zumindest die genannten Baugruppen in der Nähe des Ventils anzuordnen. Auf diese Weise können über das Ventil leicht die Ausgangssignale in die Umgebung des Rades geführt werden. Ein weiterer großer Vorteil besteht darin, daß eindeutig ist, an welcher Stelle im Bereich der Felge sich der Sensor bzw. die Auswerteeinrichtung befindet. Es ist auf diese Weise sehr viel einfacher, den Reifen in der zweckmäßigen Winkellage auf die Felge zu montieren. Die winkelrichtige Montage des Reifens gegenüber der Felge und damit des Meßpunktes gegenüber dem Sensors läßt sich noch dadurch verbessern, daß der Reifen mit Markierungen versehen ist, die die richtige Einbaulage gegenüber der Felge kennzeichnen, wobei das Ventilloch an der Felge als zugeordnete Markierung an der Felge dienen kann. Die richtige Einbaulage des Reifens läßt sich noch durch einander zugeordnete Ausnehmungen bzw. Vorsprünge an Felge und Reifen sicherstellen, so daß der Reifen nur lagerichtig auf die Felge montiert werden kann.

- 10 -

Die Erfindung ist besonders für schlauchlose Reifen geeignet. Sie ist aber auch bei schlauchlosen Reifen einsetzbar, wobei an Stelle der Reifeninnenwand die Schlauchinnenwand tritt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Darin zeigt:

- Fig. 1 einen Schnitt durch ein Rad eines Kraftfahrzeugs, bei dem ein Reifen auf eine Felge aufgezogen ist und
- Fig. 2 ein Element des Reifenlatsches, in dem die Richtungen der auf den Reifen einwirkenden Kräfte eingezeichnet sind.

In Fig. 1 ist ein Rad 1 eines Kraftfahrzeugs in geschnittener Darstellung gezeigt, bei dem auf eine Felge 2 ein Reifen 3 schlauchlos montiert ist. Der Reifen wird über ein Ventil 4 aufgepumpt, welches mit einer Ventilkappe 5 verschlossen ist. Das Ventil befindet sich bevorzugt benachbart zum Sensor 9, ist aber aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit seiner bevorzugten Stellung gegenüberliegend (180° versetzt) gezeichnet. Zwischen den Ventilhörnern 6,7 sitzt innen auf der Felge im Felgenbett 8 vorzugsweise in der Nähe des Ventils oder mit diesem einstückig vereint, ein Sensor 9. Dem Sensor gegenüberliegend befindet sich an der Innenfläche 10 des Reifens 3 ein Meßpunkt 11. Das Rad 1 dreht sich um eine Achse 12, wobei beispielsweise der Meßpunkt 11 aus der in Fig. 1 unten gezeigten Lage in die durch Strichlinien angedeutete Lage 11 in der oberen Hälfte von Fig. 1 sich bewegt. Es versteht sich von selbst, daß mit der Drehung der Felge Sensor, Reifen und Ventil sich mitdrehen, so daß auch der Sensor nach einer Raddrehung von 180° aus der

- 11 -

unteren Hälfte von Fig. 1 in seine gestrichelt gezeichnete Position 9' wandert. Bekanntlich wird der Reifen aufgrund der in Richtung z (siehe Fig. 2) wirkenden Aufstandskraft in dem aufstehenden Bereich um einen Betrag z eingedrückt, wie dies in Fig. 1 unten dargestellt ist. Die Größe der Einfederung hängt von dem Druck in dem Reifen, dem Reifentyp und der Belastung ab. Verläßt der Meßpunkt 11 die in Fig. 1 unten gezeigte Stellung, so federt der Reifen wieder aus und nimmt dann die in Fig. 1 oben gezeigte Lage ein. Vergleicht man also den Abstand zwischen Sensor 9 und Meßpunkt 11 in der in Fig. 1 unten und Fig. 1 oben gezeigten Lage, also im Abstand einer halben Radumdrehung, so kann man aufgrund der durch die Wegedifferenz gestellten Einfederung Rückschlüsse auf den Druck im Reifen, die Belastung und weitere Parameter ziehen.

Während der Drehung des Rades 1 wandert der Meßpunkt aber nicht nur in z-Richtung, sondern er kann bei auftretenden Seitenkräften auch in x-Richtung wandern, wie durch den Vergleich von Fig. 1 unten und Fig. 1 oben erkennbar ist. Wirkt beispielsweise eine Kraft F seitlich (beispielsweise über die Radachse 12) auf die Felge 2, so wird der Reifen wie in Fig. 1 unten dargestellt in x-Richtung um den Betrag x gegenüber der Lage des Sensors 9 ausgelenkt, wenn man unterstellt, daß die Aufstandsfläche 13 weitgehend fest auf der Oberfläche 14 der Fahrbahn haftet. Diese Verschiebung um den Wert x läßt sich durch den Sensor feststellen und ist ein Maß für die auf den Reifen seitwärts wirkende Kraft. Weiterhin kann sich aufgrund der Umfangskraft, die im Fahrbetrieb auf den Reifen wirkt, der Meßpunkt senkrecht zum Betrachter in y-Richtung verschieben (siehe Fig. 2), wobei diese Verschiebung in Fig. 1 unten durch eine auf den Betrachter gerichtete Pfeilspitze dargestellt ist. Auch diese Verschiebung läßt sich durch Vergleich mit einer

- 12 -

Normallage des Meßpunktes 11 feststellen, wobei in dieser Normallage keine Traktionskräfte in y-Richtung stattfinden. Während aber die Verschiebung in x-Richtung hauptsächlich während des Aufstands des Reifens 3 auf der Fahrbahnfläche 14 erfolgt (das gilt auch für die maximale Einsenkung in z-Richtung), ist aufgrund der großen Festigkeit der Lauffläche 16 des Reifens 3 gegenüber den elastischeren Seitenflächen die Verschiebung in y-Richtung (Torsion gegenüber der Achse 12) über den gesamte Umfang des Rades weitgehend gleich, so daß es hier nicht unbedingt notwendig ist, die Verschiebung y bei dem in Fig. 1 unten gezeigten Zeitpunkt zu messen.

Für die Erfindung besonders wichtig ist es nun, daß die von dem Sensor 9 ausgehende Messung der Lageänderung des Meßpunktes 11 berührungslos geschieht, d.h. es gibt keine mechanischen Verbindungen zwischen dem Sensor 9 und dem Meßpunkt 11. Um dies zu erreichen, kann der Sensor 9 mit einem optischen Sender ausgestattet sein, dessen Strahlung von dem Meßpunkt 11 reflektiert wird. Die Änderung des von dem Meßpunkt 11 zurückgewordenen Strahls wird durch geeignete Detektoren am Sensor 9 festgestellt und ist ein Maß für die Verschiebung des Meßpunktes 11 in x-, y- und z-Richtung, wobei aufgrund dieser erfaßten Verschiebungen wieder auf die auf die Lauffläche wirkenden Kräfte geschlossen werden kann. Der Meßpunkt 11 kann aber auch mit einem optischen Sender versehen sein, der zum Sensor hin strahlt, wobei von dem Sensor die Lageänderung des Meßpunktes aufgrund des geänderten Zustands der vom Sensor erfaßten Strahlung festgestellt werden kann. Dabei kann der Sensor beispielsweise mit geeigneten optisch empfindlichen Zellen ausgestattet sein, welche matrixförmig angeordnet sind, so daß sich aufgrund der Wanderung des Strahls über die optisch empfindliche Matrix auf die Lageänderung des

- 13 -

Meßpunktes 11 zumindest in x- und y-Richtung schließen läßt. Eine andere Möglichkeit kann darin bestehen, daß ein von dem Sensor 9 abgegebener Strahl die Reifeninnenfläche 10 abtastet und aufgrund einer besonderen (beispielsweise reflektierenden) Markierung des Meßpunktes 11 die Lage des Meßpunktes aufgrund eines empfangenden Reflexionsstrahls erfaßt und so die Verschiebung des Meßpunktes feststellt. In Fig. 1 ist noch eine Auswerteeinrichtung 18 angedeutet, welche die von dem Sensor erfaßten Verschiebungswerte auswertet und daraus die gesuchten Parameter errechnet, die beispielsweise die auf den Reifen wirkenden Kräfte, den Reifendruck, seine Umdrehungsgeschwindigkeit betreffen können, aber auch die Geschwindigkeit des Meßpunktes oder seine Beschleunigung. Es ist aber auch möglich, die Auswerteeinrichtung 18 neben dem Sensor 9 ebenfalls zwischen den Felgenhörnern 6, 7 auf der Felge im Reifeninneren anzuordnen. Die Ausgangssignale des Sensors bzw. der Auswerteeinrichtung können dann in an sich bekannter Weise berührungslos in einen Empfänger am Fahrzeugchassis eingekoppelt werden, der beispielsweise mit einem Regler verbunden ist, welcher aufgrund der Ausgangssignale der Auswerteeinrichtung, die auf den Reifen wirkenden Kräfte durch Eingriff in das Motor- oder Bremsensystem beeinflusst. Der Sensor kann auch mit dem Ventil 9 (in Fig. 1 nicht gezeigt) einstückig vereint sein, so daß die Lage des Sensors auf der Felge festgelegt ist. Dabei kann das Ventil auch mit einer von dem Sensor 9 unabhängigen Druckmeßeinrichtung versehen sein, soweit nicht die Ausgangswerte des Sensors (z-Verschiebung des Meßpunktes 11) unmittelbar zur Druckermittlung ausgewertet werden.

Patentansprüche

1. Sensor (9) zur berührungslosen Erfassung der Ortsverschiebung eines Meßpunktes (11) an oder in einem Reifen (1) auf Grund einer auf dem Reifen (3) eines Rades insbesondere während des Fahrbetriebes wirkenden Kraft (7), wobei der Sensor (9) ortsfest zur Felge (2) des Rades fixiert ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor die Ortsverschiebung des Meßpunktes (11) in Längs- und/oder Querrichtung (y,x) zur Lauffläche des Reifens erfaßt.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (9) zwischen den Felgenhörnern (6,7) vorzugsweise im Felgenbett angeordnet ist.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (9) zusätzlich den Abstand (12) des Meßpunktes (11) vom Sensor (9) oder die Ortsverschiebung (z) des Meßpunktes in radialer Richtung vorzugsweise im Fahrbetrieb erfaßt
4. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßpunkt (11) an der der Felge zugewandten Innenfläche (10) des Reifens (3) insbesondere im Bereich der Lauffläche (16) angeordnet ist.
5. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (9) die Ortsverschiebung (x,y,z) eines oder mehrerer Meßpunkte (11) am Reifen (3) gleichzeitig oder nacheinander zyklisch erfaßt, wobei das Rad bei der sich zyklisch

- 15 -

wiederholenden Erfassung der Ortsverschiebung eines bestimmten Meßpunktes immer die gleiche Drehwinkellage einnimmt.

6. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortsverschiebung (x, y, z) von dem Sensor (9) erfaßt wird, während der Meßpunkt den Bereich der Aufstandsfläche (13) durchläuft.
7. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßpunkt (11) eine Strahlungsquelle besitzt, die eine vorzugsweise optische Strahlung abgibt, deren Zustandsänderung der Sensor (9) im Fahrzustand erfaßt.
8. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (9) eine Strahlungsquelle besitzt und daß der Meßpunkt (11) eine durch die Strahlung des Sensors (9) von der Umgebung unterscheidbare Markierung besitzt.
9. Meßeinrichtung mit einem Sensor (9) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (9,18) eine Auswerteeinrichtung (18) besitzt, welche ortsfest gegenüber der Felge (2) und vorzugsweise innerhalb des Reifens (3) befindlich oder ortsfest gegenüber der Radachse (12) oder dem Fahrzeugchassis angeordnet ist, und daß die Auswerteeinrichtung (18) Ausgangssignale des Sensors (9) aufnimmt und zu Ausgangssignalen der Auswerteeinrichtung verarbeitet, die den Zustand des Rades und/oder des Fahrzeugs insbesondere hinsichtlich

- 16 -

10. Meßeinrichtung mit einem Sensor (9) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der Auswerteeinrichtung (18) die auf den Reifen (3) wirkenden Längs - und/oder Querkräfte (y, x) und/oder Radialkräfte (z) und/oder die Rotationsgeschwindigkeit des Rades und/oder den Reifendruck und/oder die Verschiebung des Meßpunktes (11) in eine oder mehrere Richtungen und/ oder die einfache oder mehrfache zeitliche Ableitung dieser Verschiebung beschreiben.
11. Sensor oder Meßeinrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (9) und/oder die Auswerteeinrichtung (18) im Bereich der Ventilöffnung an der Felge angeordnet ist, insbesondere mit dem Reifenventil (6) verbunden ist.

1 / 1

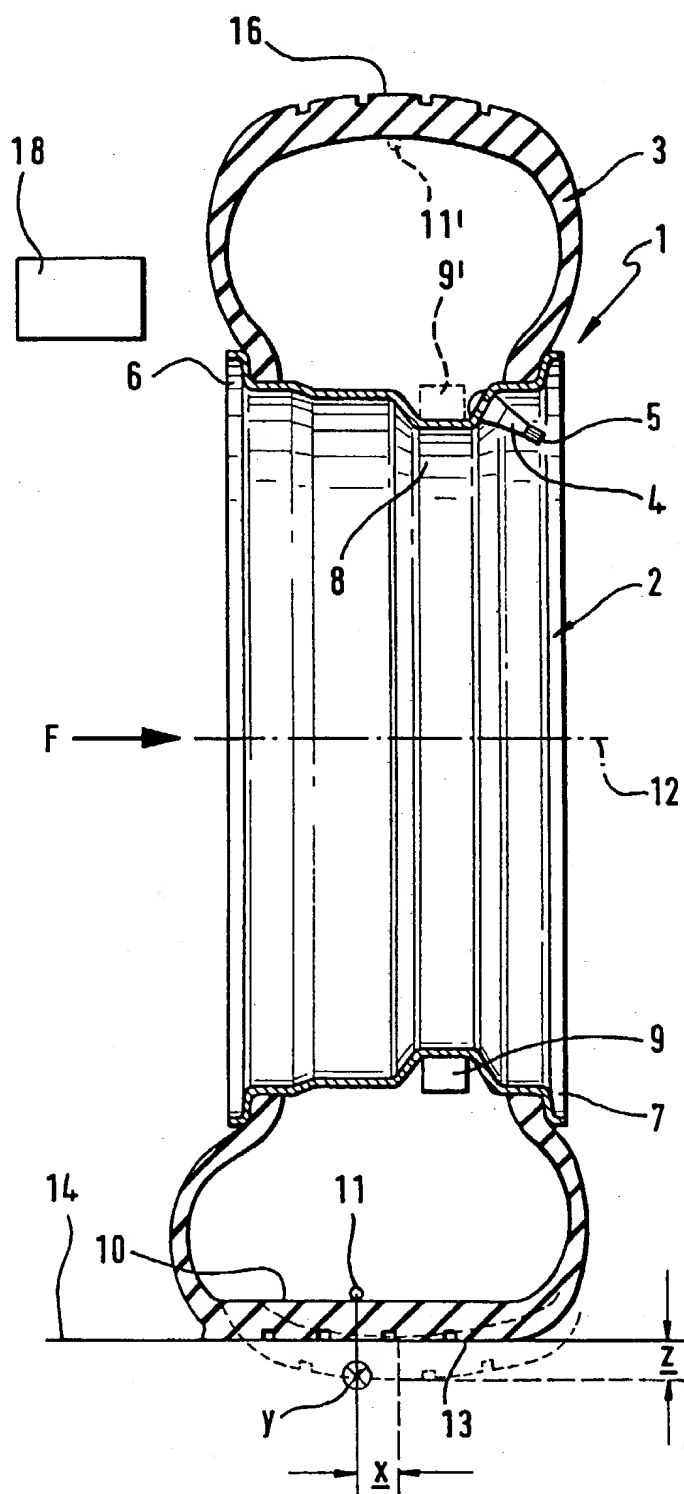


Fig. 1

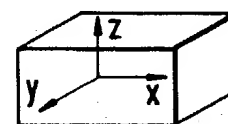


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/EP 00/06857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60C23/06 B60G17/015

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60C B60G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 247 831 A (FIORAVANTI LEONARDO) 28 September 1993 (1993-09-28) column 1, line 30 -column 7, line 2; figures 1-3	4-8
Y		1-3, 10-12
A		9,14-16
X	DE 39 16 176 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 22 November 1990 (1990-11-22) column 2, line 31 -column 4, line 15; figure 1	17-19
Y		1-3, 10-12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 November 2000

Date of mailing of the international search report

24/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Smeyers, H